

## ガラス繊維強化ポリエチレン管システムの開発 Development of Glass fiber reinforced polyethylene pipe system

時吉 充亮<sup>1</sup> 日野林 譲二<sup>2</sup> 加後 郁也<sup>3</sup> 花山 一典<sup>4</sup> 栗山 卓<sup>5</sup> 河端 俊典<sup>6</sup>

M.Tokiyoshi<sup>1</sup>, J.Hinobayashi<sup>2</sup>, I.Kago<sup>3</sup>, K.Hanayama<sup>4</sup>, T.Kuriyama<sup>5</sup> T.Kawabata<sup>6</sup>

### 1. はじめに

農業用水路は全国でおよそ 40 万 km の延長があり、耐用年数を超過した施設の割合は年々増加している。農業用水路は、節水や維持管理のし易さからパイプライン化が進められている。しかし泥炭地盤等、地盤が軟弱なところでは管の扁平や不同沈下による継手の抜けや漏水、管の切断といった事例が後を絶たない。そのため、不同沈下等が発生しても継手の抜けや漏水事故が極めて少ない融着による一体管路方式がポリエチレン管で採用されている。実際、その性能は東日本大震災後の現地調査結果からも明らかである。ポリエチレン管は、耐腐食性、耐震性に優れ水道管やガス管といった小口径で普及が加速している。パイプライン化にはそれら地盤追従性などの性能とともに一体管路方式を用いた大口径管の提供が期待されている。しかしながら、柔軟性と高剛性は二律背反の関係にあり管や継手において実現するのは難しかったが、特殊な成形法と材料の選定によって実現できる可能性を見出した。そこで、本報では農業用水路に最適なパイプラインを提供することに主眼を置き、材料の開発、継手の形状選定、それら性能評価について報告する。

### 2. 概要

ガラス繊維強化ポリエチレン管システムとは、高密度ポリエチレン樹脂を短繊維ガラスで補強し、必要な添加材を加えた管とその継手等から提供される管路システムの総称である。

1) 材料 高密度ポリエチレン樹脂にガラス繊維を添加して提供される。高密度ポリエチレンは長期静水圧強度（最小要求強度 MRS）を 10MPa とする PE100 以上のものとし、ガラス繊維は、短繊維ガラスを用いて繊維長 5mm 以下とした。

2) 管 1)の材料を用いて Fig.1 に示すスパイラルクロスワインディング押出成形法で管を製造する。この方式により公称内径  $\phi$  300mm から  $\phi$  3000mm まで提供することができる。この成形法は、ある一定の条件で巻き付けることから円周方向にガラス繊維を配向させ高強度を発現し、かつ管軸方向に弾性係数を抑え柔軟性を有する性能を示した。円周方向の MRS は高密度ポリエチレン（PE100）のおよそ 2 倍（20MPa）である一方、管軸方向への引張特性は高密度ポリエチレンと変わらない。

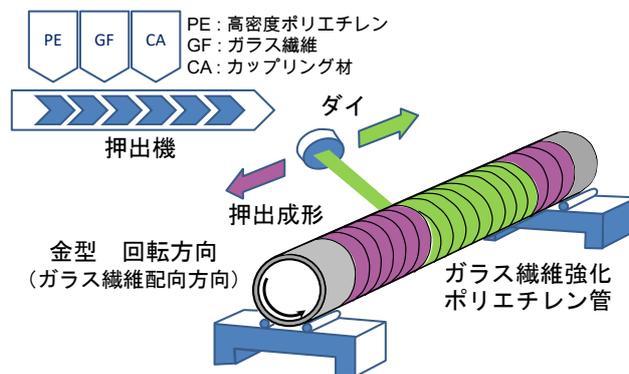


Fig.1 成形法  
Spiral cross winding method

<sup>1</sup>大日本プラスチック株式会社 [Dainippon Plastics co., ltd] <sup>2</sup>高耐圧ポリエチレン管協会 [High Stiffness Polyethylene Pipes Association] <sup>3</sup>北海土地改良区 [Hokkai land Improvement District] <sup>4</sup>株式会社ランドスケープ <sup>5</sup>山形大学有機材料システム研究科 [Graduate school of Organic Materials Science, Yamagata University] <sup>6</sup>神戸大学農学研究科 [Graduate school of Agricultural Science, Kobe University]  
キーワード：大口径、内圧管、一体管路、地盤追従

管の一般的な性能を Table.1 に示す.

Table.1 一般的な性能  
Characteristics of pipe

| 項目     |      | 単位                | 設計値                | 試験方法       |
|--------|------|-------------------|--------------------|------------|
| 比重     |      | Kg/m <sup>3</sup> | 1100               | JIS K 7112 |
| 引張弾性係数 | 円周方向 | N/mm <sup>2</sup> | 2500               | JIS K 7161 |
|        | 管軸方向 | N/mm <sup>2</sup> | 1300               |            |
| 引張強さ   | 円周方向 | N/mm <sup>2</sup> | 40                 | JIS K 7161 |
|        | 管軸方向 | N/mm <sup>2</sup> | 24                 |            |
| 曲げ強さ   | 円周方向 | N/mm <sup>2</sup> | 54                 | JIS K 7171 |
| ポアゾン比  |      | —                 | 0.35               | JIS K 7161 |
| 線膨張係数  |      | 1/°C              | 5×10 <sup>-5</sup> | JIS K 7197 |

- 3) 継手 ポリエチレン管で導入された一体管路方式である電気融着継手方式と熱板融着（バット融着）継手方式を採用した。概要図を Fig.2 に示す。電気融着継手は基本的に受差口を用いた嵌合方式を取り、専用のコントローラを用いて条件が管理されている。一方、バット融着継手は端部を切削後、熱板で溶融した表面を圧着することで一体化させる。いずれの方式も大口径では Fig.3 に示す管の自重偏平による影響で端面を合わせることが極めて困難であったが、ガラス繊維強化ポリエチレン継手は円周方向に剛性を与えたため、自重偏平による偏平率は内径の 0.5%以下と非常に小さく安定した融着が可能となった。

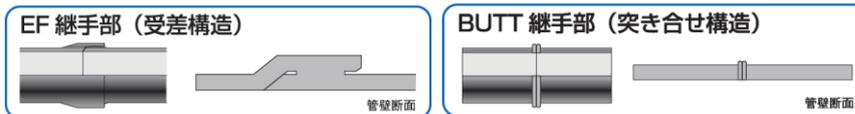


Fig.2 ガラス繊維強化ポリエチレン管の継手方式  
Fitting method of Glass fiber reinforced polyethylene



Fig.3 大口径PE管の偏平  
Flat appearance of PE pipe



Fig.4 大口径電気融着継手  
Electrofusion of large diameter

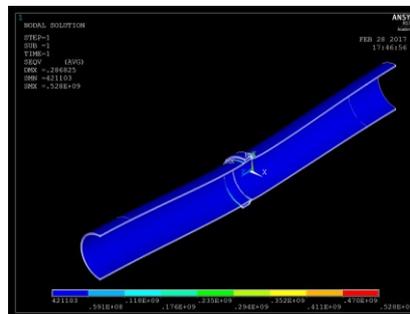


Fig.5 電気融着部の形状解析  
FEM analysis of EF

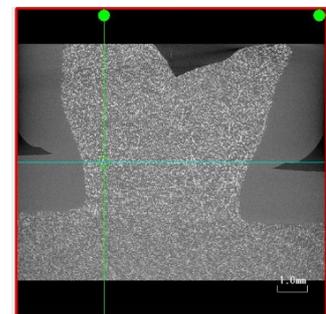


Fig.6 バット融着部のCT画像  
Analysis of X-ray CT integrated BF

### 3. まとめ

ガラス繊維強化ポリエチレン管システムの開発により以下のことを解決した。

- 1) 耐腐食性、耐震性をもつ高密度ポリエチレンを基本とした熱可塑性樹脂管と継手において農業用水路パイプラインとして提供できるシステムを開発した。
- 2) 従来の大口径が抱える偏平等の問題点を抑制することができ、かつ一体管路を提供することで継手の抜けや漏水事故を大幅に改善することができる。

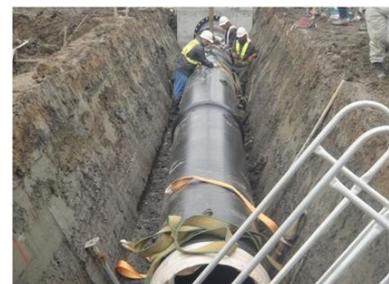


Fig.7 農業用パイプラインの適用例  
Agricultural pipeline